

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-164233

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 10-335965

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.11.1998

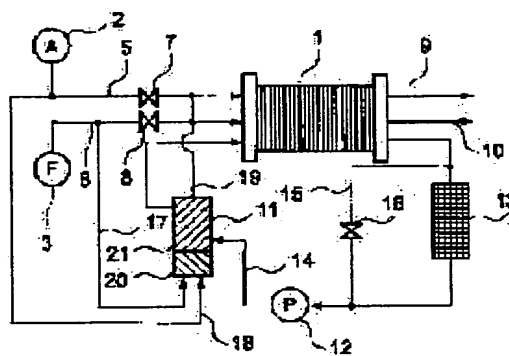
(72)Inventor : SAITO KAZUO  
KOGAMI TAJI  
SHIMOTORI SOICHIRO  
OMA ATSUSHI  
MUNEUCHI ATSUO  
HORI MICHIO

## (54) POWER GENERATING SYSTEM FOR SOLID HIGH MOLECULAR FUEL CELL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable safe and efficient start in a short time with the simple structure even in a low peripheral temperature condition at 0° C or less.

SOLUTION: This system is provided with a solid high molecular fuel cell stack 1 formed by laminating plural single cells, which are respectively formed by holding a solid high molecular film between a fuel pole and an oxidant pole through a catalyst layer, through a separator having a groove for supplying the fuel gas and the oxidant gas to the fuel pole and the oxidant pole and a cooling plate, in which the antifreeze solution as a cooling medium passes. In this case, the system is also provided with an antifreeze solution heating means 11 provided on the way of the cooling system passage for flowing the antifreeze solution and for heating the antifreeze solution with the reacting gas while burning the fuel gas with the oxidant gas with a burner 20 and a burned waste gas supplying means 19 for supplying the burned waste gas to be discharged from the antifreeze solution heating means 11 to at least one of a fuel gas supplying route 5 and a oxidant gas supplying route 6 of the solid high molecular fuel cell stack 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 25.09.2006

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-164233  
(P2000-164233A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード<sup>\*</sup>(参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

X 5 H 0 2 6

8/10

8/10

J 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平10-335965

(22) 出願日

平成10年11月26日 (1998.11.26)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 齊藤 和夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 小上 泰司

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

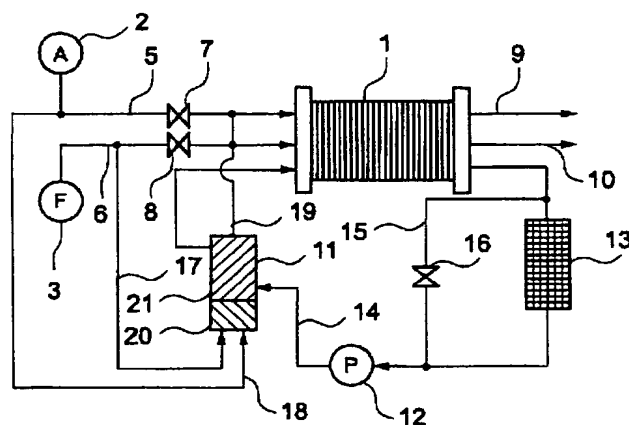
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池発電システム

(57) 【要約】

【課題】 周囲環境温度が0℃以下の低温になっても、短時間で安全にかつ高効率でしかもコンパクトな構造で起動すること。

【解決手段】 燃料極103・酸化剤極104間に触媒層を介して固体高分子膜102を挟持させてなる単電池101を、燃料極103・酸化剤極104に燃料ガス・酸化剤ガスを供給するための溝を有するセパレータ105、冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して複数積層して成る固体高分子型燃料電池スタック1を備えた固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液が流通する冷却系の途中に設けられ、燃焼器20によって燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で不凍液を加熱する不凍液加熱手段11と、不凍液加熱手段11から排出される燃焼廃ガスを、固体高分子型燃料電池スタック1の燃料ガス供給経路5または酸化剤ガス供給経路6の少なくとも一方に供給する燃焼廃ガス供給手段19とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に触媒層を介して固体高分子膜を挟持させてなり、燃料ガスおよび酸化剤ガスの電気化学的反応により発電を行ない電氣的出力を発生する単電池を、前記燃料極および酸化剤極に燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するための溝を有するガス不透過性のセパレータ、および冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して複数積層して成る固体高分子型燃料電池スタックを備えて構成される固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、

前記不凍液が流通する冷却系路の途中に設けられ、燃焼器によって燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で前記不凍液を加熱する不凍液加熱手段と、前記不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスを、前記固体高分子型燃料電池スタックの燃料ガス供給経路または酸化剤ガス供給経路の少なくとも一方に供給する燃焼廃ガス供給手段と、を備えて成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 2】 燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に触媒層を介して固体高分子膜を挟持させてなり、燃料ガスおよび酸化剤ガスの電気化学的反応により発電を行ない電氣的出力を発生する単電池を、前記燃料極および酸化剤極に燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するための溝を有するガス不透過性のセパレータ、および冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して複数積層して成る固体高分子型燃料電池スタックを備えて構成される固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、

前記不凍液が流通する冷却系路の途中に設けられ、燃焼器によって燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で前記不凍液を加熱する不凍液加熱手段と、前記不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスを、前記固体高分子型燃料電池スタックの周囲に沿って流すように設けられた燃焼廃ガス流通手段と、を備えて成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 3】 燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に触媒層を介して固体高分子膜を挟持させてなり、燃料ガスおよび酸化剤ガスの電気化学的反応により発電を行ない電氣的出力を発生する単電池を、前記燃料極および酸化剤極に燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するための溝を有するガス不透過性のセパレータ、および冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して複数積層して成る固体高分子型燃料電池スタックと、燃料を改質させて前記固体高分子型燃料電池スタックの燃料極へ燃料ガスを供給する改質器とを備えて構成される固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、前記不凍液が流通する冷却系路の途中に設けられ、燃焼

器によって前記改質器による改質前の燃料を酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で前記不凍液を加熱する不凍液加熱手段と、

前記不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスを、前記改質器のガス流通経路に供給する燃焼廃ガス供給手段と、を備えて成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 4】 前記請求項 1 または請求項 2 に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、前記不凍液加熱手段の燃料ガスとしては、前記固体高分子型燃料電池スタックに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段から供給するようにしたことを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 5】 前記請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、前記不凍液加熱手段の酸化剤ガスとしては、前記固体高分子型燃料電池スタックに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段から供給するようにしたことを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 6】 前記請求項 1 に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、前記不凍液加熱手段の燃焼器として触媒燃焼器を用い、前記触媒燃焼器からの燃焼廃ガスと前記不凍液との熱交換を行なう熱交換器を付加して成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 7】 前記請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、前記固体高分子型燃料電池スタックの温度を検出する温度検出手段と、システム起動時に前記温度検出手段により検出された固体高分子型燃料電池スタックの温度があらかじめ設定された温度以下の場合に、前記不凍液加熱手段を動作させる制御手段と、を付加して成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 8】 前記請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、前記固体高分子型燃料電池スタックの温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段により検出された固体高分子型燃料電池スタックの温度があらかじめ設定された温度を超えた場合に、前記不凍液加熱手段を停止させる制御手段と、を付加して成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 9】 前記請求項 1 または請求項 2 に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、

前記不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスの温度を検出する温度検出手段と、  
前記温度検出手段により検出された燃焼廃ガスの温度が前記固体高分子型燃料電池スタックの構成材料の耐熱温度を超えないように、前記不凍液加熱手段の燃焼量、または前記不凍液の循環量を制御する制御手段と、  
を付加して成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 10】 前記請求項 1 または請求項 2 に記載の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、  
前記不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスの温度を検出する温度検出手段と、  
前記温度検出手段により検出された燃焼廃ガスの温度が前記改質器の構成材料の耐熱温度を超えないように、前記不凍液加熱手段の燃焼量、または前記不凍液の循環量を制御する制御手段と、  
を付加して成ることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

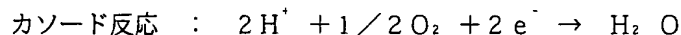
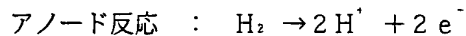
【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体高分子膜を電解質として用いた固体高分子型燃料電池を備えて構成される固体高分子型燃料電池発電システムに係り、特に低外気温時のシステムの起動を短時間で行なえるようにした固体高分子型燃料電池発電システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、燃料電池は、反応ガスである水素等の燃料ガスと空気等の酸化剤ガスを電気化学的に反応させることにより、燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置である。この燃料電池は、電解質の違い等により様々なタイプのものに分類されるが、その一つとして、電解質に固体高分子膜を用いた固体高分子型燃料電池が知られている。

【0003】 図 8 は、この種の固体高分子型燃料電池の基本構成（単電池構成）を示す断面図である。



単電池 101 の起電力は、1 V 以下と低いため、通常は、上記セパレータ 105 を介して数十～数百枚の単電池 101 を積層し、燃料電池スタックとして使用される。また、発電に伴う燃料電池スタックの昇温を制御するため、冷却媒体が流通する冷却板が、数枚の単電池 101 毎に挿入されている。

【0010】 一方、イオン導電性を有する固体高分子膜 102 としては、例えばプロトン交換膜であるパーフルオロカーボンスルホン酸（ナフィオン<sup>®</sup>：米国、デュポン社）が知られている。

【0011】 この固体高分子膜 102 は、分子中に水素イオンの交換基を持ち、飽和含水することにより、イオ

\* 【0004】 図 8 において、固体高分子型燃料電池は、イオン導電性を有する固体高分子膜 102 を挟んで配置した燃料極（以下、アノード電極と称する）103、および酸化剤極（以下、カソード電極と称する）104 からなる単電池 101 と、それぞれの電極に反応ガスである燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するための溝 103 (c)、104 (c) を設けた導電性を有するガス不透過性のガス供給溝付きセパレータ 105 とから基本的に構成されている。

10 【0005】 なお、アノード電極 103 は、アノード触媒層 103 (a) とアノード多孔質カーボン平板 103 (b) とから、またカソード電極 104 は、カソード触媒層 104 (a) とカソード多孔質カーボン平板 104 (b) とからそれぞれ形成されている。

20 【0006】 以上のような構成の固体高分子型燃料電池において、アノード電極 103 に燃料ガスを、カソード電極 104 に酸化剤ガスをそれぞれ供給すると、単電池 101 の一対の電極間で電気化学反応により起電力が生じる。ここで、通常、燃料ガスとして水素、酸化剤ガスとして空気がそれぞれ使用されている。

【0007】 アノード電極 103 に水素、カソード電極 104 に空気をそれぞれ供給すると、アノード電極 103 では、供給された水素はアノード触媒層 103 (a) で水素イオンと電子に解離し、水素イオンは固体高分子膜 102 を通って、電子は外部回路を通して、カソード電極 104 にそれぞれ移動する。

30 【0008】 一方、カソード電極 104 では、供給した空気中の酸素と上記水素イオンと電子が、カソード触媒層 104 (a) で反応して水を生成する。この時、外部回路を通った電子は電流となり、電力を供給することができる。すなわち、アノード電極 103 とカソード電極 104 では、それぞれ以下のような反応が進行する。なお、生成した水は、未反応ガスと共に電池外に排出される。

【0009】

40 ン導電性電解質として機能すると共に、燃料ガスと酸化剤ガスを分離する機能も有する。

【0012】 逆に、固体高分子膜 102 の含水量が少なくなると、イオン抵抗が高くなり、燃料ガスと酸化剤ガスとの混合（クロスオーバー）が発生し、電池での発電が不可能となる。このため、固体高分子膜 102 を飽和含水としておくことが望ましい。

50 【0013】 一方、発電によりアノード電極 103 で分離した水素イオンが、固体高分子膜 102 を通りカソード電極 104 に移動する時に、水も一緒に移動するため、アノード電極 103 側では、固体高分子膜 102 は乾燥傾向になる。

【0014】また、供給する燃料ガスまたは酸化剤ガスである空気に含まれる水蒸気が少ないと、それぞれの反応ガス入り口付近で固体高分子膜102は乾燥傾向になる。

【0015】以上のような理由から、固体高分子型燃料電池には、あらかじめ加湿した燃料ガスと酸化剤ガスを供給することが、一般的に行なわれている。

【0016】ところで、このような固体高分子型燃料電池は、通常、約80℃程度の動作温度で作動するが、例えば車載用の電源等、屋外で使用される場合には、氷点下まで気温が下がることがあるため、システム停止時にはシステム全体の凍結対策をとる必要がある。さらに、システムがスタートするまでの起動時間を、できる限り短縮する必要もある。

【0017】この場合、これまで、1997年に開催されたThe 14<sup>th</sup> International Electric Vehicle Symposium and ExpositionにおいてRon I. Sims が“Cold Weather Operational Considerations for Direct Hydrogen Automotive Fuel Cell System”のタイトルで発表した論文に述べられているように、様々な方式が提案されてきている。その代表的なものとして、

(a) 微量な燃料ガスを常時反応させることにより、システムを氷点下にならないように保温する方法

(b) 燃料電池スタックに酸化剤である空気を供給するコンプレッサを起動させ、高温の圧縮空気によって、予熱、起動させる方法

(c) 電気ヒータおよび燃料電池スタック動作時の廃熱によって、システムの予熱をする方法

(d) 燃料ガスを燃焼器（バーナ）によって燃焼させ、その反応熱で不凍液を加熱することにより燃料電池スタックを加熱する方法  
等が提案されている。

【0018】特に、極低温からの立ち上げには、当然のことではあるが、上記（d）のシステムで大きなバーナを搭載することにより、短時間で立ち上げが可能であるとしている。

【0019】また、同論文には、システム動作中に用いた水を、システム停止時に重力でタンクに回収し、さらに燃料電池スタックに残った水を空気で吹き飛ばして回収するといった方法も提案されている。

【0020】一方、例えば“特開平9-147892号公報”に開示されている方法も、これと同様な考え方であり、システム停止時に燃料電池スタックに溜まった水を、重力もしくは反応ガスによって水回収タンクに回収し、システム内部の水の凍結を防止する技術も知られている。

【0021】さらに、例えば“特開平8-185877号公報”に開示されている方法では、反応ガスの加湿に水を用いないようにすることにより、水の凍結の問題を回避するようにしている。

【0022】すなわち、不凍液に含まれる水を限外ろ過膜を用いて精製・分離することにより反応ガスを加湿するため、水が液体として燃料電池スタック内部に溜まらない構成となっているため、凍結の問題がなくなり、短時間の起動が可能であるとしている。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上述べた従来の方法を採用した固体高分子型燃料電池では、次に示すような問題点がある。

【0024】上記（a）の微量な燃料ガスを常時反応させる方法では、微量な量と言っても燃料ガスを常時消費しているため、エネルギーの損失につながるようになる。特に、極低温地域ではこの損失は大きなものとなる。また、安全性の面からも好ましいものとは言えない。

【0025】上記（b）のコンプレッサの圧縮空気によって予熱する方法では、酸化剤ガスである空気を熱媒として用いるが、空気は比熱の小さな媒体で、しかも顕熱による加熱になるため、運べる熱量が小さく、システムのウォームアップに多くの時間がかかる。また、コンプレッサは電気動力で動作させるため、大きなバッテリーが必要となり、システム全体が大型化し、重量になるといった問題がある。

【0026】上記（c）の電気ヒータおよび燃料電池スタック動作時の廃熱によってシステムの予熱をする方法では、上記（b）と同様に、大きなバッテリーが必要になるといった問題が生じると共に、発電が可能な条件になるまでに多くの時間が必要になる。

【0027】上記（d）のバーナの燃焼熱で不凍液を加熱する方法では、大きな比熱を有する不凍液を熱媒とするため、確かに大量の熱を投入できて予熱時間を短縮できるが、燃料電池スタック内では冷却媒体の流路が始めに加熱され、その後に燃料電池スタック内の熱伝導により固体高分子膜周辺が加熱されることになるため、どうしてもウォーミングアップ時間の短縮には限界がある。また、高温の燃焼廃ガスを外部へ捨てることになるため、エネルギーの無駄にもつながる。

【0028】さらに、冷却水を水タンクに回収する方式では、燃料電池スタック内部には水の溜まりがなくなり、確かに凍結の問題はなくなるが、タンク内の水を解氷する必要がある。また、システム停止時に水を回収する必要があるため、配管系が複雑になると共に、その制御も複雑となるため、より多くのスペースを要したり、またコストアップの要因となる。

【0029】一方、反応ガスの加湿に不凍液から精製した水を用いるシステムでは、一般にろ過膜により不凍液から水を精製する際に、大きな圧力をかける必要があるため、強力なポンプと、耐熱容器が必要となり、機器の大型化、さらにはコストアップの要因となる。そして、

運転中常時ポンプを動作させるため、システム効率の低下を招くことになる。また、ろ過膜を用いる限り、膜に不純物が詰まる可能性があり、定期的なメンテナンスが必要になるという問題がある。

【0030】本発明の目的は、周囲環境温度が0℃以下の低温になっても、短時間で安全にかつ高効率でしかもコンパクトな構造で起動することが可能な固体高分子型燃料電池発電システムを提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に触媒層を介して固体高分子膜を挟持させてなり、燃料ガスおよび酸化剤ガスの電気化学的反応により発電を行ない電気的出力を発生する単電池を、燃料極および酸化剤極に燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するための溝を有するガス不透過性のセパレータ、および冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して複数積層して成る固体高分子型燃料電池スタックを備えて構成される固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、請求項1の発明では、不凍液が流通する冷却系路の途中に設けられ、燃焼器によって燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で不凍液を加熱する不凍液加熱手段と、不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスを、固体高分子型燃料電池スタックの燃料ガス供給経路または酸化剤ガス供給経路の少なくとも一方に供給する燃焼廃ガス供給手段とを備えている。

【0032】従って、請求項1の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液の冷却経路の途中に、燃焼器で不凍液を加熱する不凍液加熱手段を設けることにより、加熱された高温の不凍液が燃料電池スタック内部へ供給され、低温の燃料電池スタックが加熱昇温される。同時に、不凍液加熱手段の燃焼器の廃ガスを燃料電池スタック内部の燃料ガス供給経路または酸化剤ガス供給経路の少なくとも一方に供給することにより、燃料電池スタック内部の反応ガス供給経路に高温の燃焼廃ガスが導かれるため、電池本体の固体高分子膜を直接加熱でき、システム起動までの予熱時間を大幅に短縮することができる。

【0033】また、請求項2の発明では、不凍液が流通する冷却系路の途中に設けられ、燃焼器によって燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で不凍液を加熱する不凍液加熱手段と、不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスを、固体高分子型燃料電池スタックの周囲に沿って流すように設けられた燃焼廃ガス流通手段とを備えている。

【0034】従って、請求項2の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液の冷却経路の途中に、燃焼器で不凍液を加熱する不凍液加熱手段を設けることにより、加熱された高温の不凍液が燃料電池スタック内部へ供給され、低温の燃料電池スタックが加熱昇

温される。同時に、不凍液加熱手段の燃焼器の廃ガスを、燃料電池スタック周囲に設けられた燃焼ガス廃ガス流通手段に沿って流すようにすることにより、燃料電池スタックを外側からも加熱することができ、システム起動までの予熱時間を大幅に短縮することができる。

【0035】さらに、請求項3の発明では、燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に触媒層を介して固体高分子膜を挟持させてなり、燃料ガスおよび酸化剤ガスの電気化学的反応により発電を行ない電気的出力を発生する単電池を、燃料極および酸化剤極に燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するための溝を有するガス不透過性のセパレータ、および冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して複数積層して成る固体高分子型燃料電池スタックと、燃料を改質させて固体高分子型燃料電池スタックの燃料極へ燃料ガスを供給する改質器とを備えて構成される固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液が流通する冷却系路の途中に設けられ、燃焼器によって改質器による改質前の燃料を酸化剤ガスと共に燃焼させてその反応熱で不凍液を加熱する不凍液加熱手段と、不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスを、改質器のガス流通経路に供給する燃焼廃ガス供給手段とを備えている。

【0036】従って、請求項3の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液の冷却経路の途中に、燃焼器で不凍液を加熱する不凍液加熱手段を設けることにより、加熱された高温の不凍液が燃料電池スタック内部へ供給され、低温の燃料電池スタックが加熱昇温される。同時に、不凍液加熱手段の燃焼器の廃ガスを、改質器内部のガス流通経路に供給することにより、改質器の予熱を行なうことができ、新たな改質器予熱用の燃焼器を不要として、システムの簡素化、コンパクト化を図ることができる。

【0037】一方、請求項4の発明では、上記請求項1または請求項2の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液加熱手段の燃料ガスとしては、固体高分子型燃料電池スタックに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段から供給するようにしている。

【0038】従って、請求項4の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液加熱手段の燃焼器の燃料ガスに、固体高分子型燃料電池スタックの燃料ガスとなる燃料ガス供給手段から供給される燃料ガスを用いることにより、燃料供給系統を単純化でき、システムの小型化、低コスト化を図ることができる。

【0039】また、請求項5の発明では、上記請求項1または請求項2の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液加熱手段の酸化剤ガスとしては、固体高分子型燃料電池スタックに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段から供給するようにしている。

【0040】従って、請求項5の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液加熱手段の燃焼

器の酸化剤ガスに、固体高分子型燃料電池スタックの酸化剤ガスとなる酸化剤ガス供給手段から供給される酸化剤ガスを用いることにより、酸化剤ガス供給システムを単純化でき、システムの小型化、低コスト化が可能となる。

【0041】さらに、請求項6の発明では、上記請求項1の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液加熱手段の燃焼器として触媒燃焼器を用い、触媒燃焼器からの燃焼廃ガスと不凍液との熱交換を行なう熱交換器を付加している。

【0042】従って、請求項6の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液加熱手段の燃焼器に触媒燃焼器を用いることにより、通常の火炎を伴う燃焼器に比べて、よりクリーンな燃焼を行なうことができ、固体高分子型燃料電池スタックのCOによる被毒をより少なくすることができる。さらに、触媒燃焼器の燃焼廃ガスと不凍液との熱交換器を備えることにより、触媒燃焼器からの輻射熱により熱交換器を加熱することができるため、よりコンパクトな熱交換器とすることができる。

【0043】一方、請求項7の発明では、上記請求項1乃至請求項3のいずれか1項の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、固体高分子型燃料電池スタックの温度を検出する温度検出手段と、システム起動時に温度検出手段により検出された固体高分子型燃料電池スタックの温度があらかじめ設定された温度以下の場合に、不凍液加熱手段を動作させる制御手段とを付加している。

【0044】従って、請求項7の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、固体高分子型燃料電池スタックに温度検出手段を備え、固体高分子型燃料電池スタックの温度があらかじめ設定された温度以下の時に不凍液加熱手段を動作させることにより、燃料ガスを有効に使用することができるため、効率のよい予熱を行なうことができる。

【0045】また、請求項8の発明では、上記請求項1乃至請求項3のいずれか1項の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、固体高分子型燃料電池スタックの温度を検出する温度検出手段と、温度検出手段により検出された固体高分子型燃料電池スタックの温度があらかじめ設定された温度を超えた場合に、不凍液加熱手段を停止させる制御手段とを付加している。

【0046】従って、請求項8の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、固体高分子型燃料電池スタックに温度検出手段を備え、固体高分子型燃料電池スタックの温度があらかじめ設定された温度を超えた時に不凍液加熱手段を停止させることにより、燃料ガスを有効に使用できると共に、固体高分子型燃料電池スタックの過熱を防止することができるため、より効率的で安全なシステムとすることができる。

【0047】さらに、請求項9の発明では、上記請求項

1または請求項2の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスの温度を検出する温度検出手段と、温度検出手段により検出された燃焼廃ガスの温度が固体高分子型燃料電池スタックの構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段の燃焼量、または不凍液の循環量を制御する制御手段とを付加している。

【0048】従って、請求項9の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液加熱手段の燃焼廃ガスの温度が固体高分子型燃料電池スタックの構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段の燃焼量、または不凍液の循環量を制御することにより、固体高分子型燃料電池スタックの加熱を防止して、より安全で信頼性の高いシステムとすることができる。

【0049】さらにまた、請求項10の発明では、上記請求項1または請求項2の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、不凍液加熱手段から排出される燃焼廃ガスの温度を検出する温度検出手段と、温度検出手段により検出された燃焼廃ガスの温度が改質器の構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段の燃焼量、または不凍液の循環量を制御する制御手段とを付加している。

【0050】従って、請求項10の発明の固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、不凍液加熱手段の燃焼廃ガスの温度が改質器の構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段の燃焼量、または不凍液の循環量を制御することにより、固体高分子型燃料電池スタックの加熱を防止して、より安全で信頼性の高いシステムとすることができる。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0052】（第1の実施の形態：請求項1、請求項4、請求項5に対応）図1は、本実施の形態による固体高分子型燃料電池発電システムの系統構成例を示す模式図である。

【0053】図1において、固体高分子型燃料電池スタック（以下、単に燃料電池スタックと称する）1は、前記図8に示したように、単電池101を、ガス供給溝付きのセパレータ105、および冷却媒体である不凍液が流通する冷却板を介して、複数積層して構成される。

【0054】酸化剤ガス供給手段2は、燃料電池スタック1に酸化剤ガスである空気を供給する。この酸化剤ガス供給手段2としては、通常、例えばコンプレッサやブロワが用いられる。

【0055】燃料ガス供給手段3は、水素を直接燃料ガスとして用いる場合には、高圧ボンベや液体水素タンク、水素貯蔵合金容器と水素を適正な圧力で供給するためのレギュレータやストップバルブ等から構成される。

【0056】酸化剤ガスおよび燃料ガスは、それぞれ酸



化剤ガス供給経路5および燃料ガス供給経路6、酸化剤ガスバルブ7および燃料ガスバルブ8を通して、燃料電池スタック1へと供給されて発電を行なった後、余剰に供給されたガスが、それぞれ酸化剤ガス排出経路9および燃料ガス排出経路10を通して外部へ排出される。

【0057】不凍液加熱手段11は、システム起動時に、不凍液ポンプ12より供給される不凍液を不凍液循環経路14を通して導入し、燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させて、その反応熱で不凍液を加熱する。不凍液は、不凍液加熱手段11で加熱された後に、燃料電池スタック1へ供給されて、燃料電池スタック1を加熱する。

【0058】不凍液加熱手段11は、燃焼器20と、燃焼器20からの燃焼廃ガスと不凍液との熱交換を行なう熱交換器21とから構成される。

【0059】燃料電池スタック1を出た不凍液は、不凍液バイパスライン15、不凍液バイパスバルブ16を通して不凍液ポンプ12へ戻り、再び不凍液加熱手段11へと導かれて加熱される。

【0060】不凍液ラジエータ13は、システム起動後燃料電池スタック1が定常運転となっている間は、燃料電池スタック1からの廃熱を外へ逃がす役割を果たす。この時、不凍液バイパスバルブ16は閉じた状態となる。

【0061】バイパスライン15は、不凍液を用いて加熱している間に用いるラインであるが、これは加熱時のラジエータ13からの放熱を避けるために設けられるものである。

【0062】燃料ガス供給経路17および酸化剤ガス供給経路18は、それぞれ不凍液加熱手段11へ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するものである。

【0063】燃焼廃ガス供給経路19は、酸化剤ガス供給経路5および燃料ガス供給経路6にそれぞれ接続され、不凍液加熱手段11から排出される燃焼廃ガスを、燃料電池スタック1へ供給する。

【0064】次に、以上のように構成した本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムの作用について説明する。

【0065】図1において、システム起動時、不凍液加熱手段11に供給された酸化剤ガスおよび燃料ガスは燃焼器20内で燃焼し、その高温の燃焼ガスは熱交換器21で不凍液を加熱し、高温となった不凍液は不凍液循環経路14を通過して燃料電池スタック1へと導かれ、燃料電池スタック1の内部を加熱する。

【0066】この時、システム起動時に、周囲温度が0℃以下の低温になっていても、冷却媒体として不凍液を用いているために、不凍液循環経路14が凍結する恐れがなく、燃料電池スタック1を確実に予熱することができる。

【0067】また、同時に、熱交換器21から排出され

た燃焼廃ガスは、燃料電池スタック1への酸化剤ガス供給経路5および燃料ガス供給経路6を通過して燃料電池スタック1へと供給され、燃料電池スタック1の主構成要素である固体高分子膜102、アノード電極103、カソード電極104、セパレータ105等を直接加熱する。

【0068】この燃焼廃ガスには、燃焼反応に伴う水蒸気が含まれているため、固体高分子膜102を加熱すると同時に、この水蒸気が凝縮することにより、固体高分子膜102に適度な水分を与える。また、水蒸気が凝縮する時に蒸発潜熱を開放するため、単に気体の顕熱だけで加熱するよりも、同流量でもはるかに多量の熱を伝えることができる。

【0069】なお、この燃焼廃ガスは、空気供給経路5、または燃料ガス供給経路6のいずれか一方にのみ供給するようにしてもよい。

【0070】さらに、本実施の形態においては、不凍液加熱手段11の酸化剤ガス供給源および燃料ガス供給源を、燃料電池スタック1の酸化剤ガス供給手段2および燃料ガス供給手段3と共有する構成をとっているため、新たに専用の供給源を備える必要がなくなり、より一層システムを簡素化することができる。

【0071】上述したように、本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムでは、冷却媒体として不凍液を用いているため、周囲環境温度が0℃以下となっても凍結することがなく、燃焼器20を有する不凍液加熱手段11によって加熱された不凍液が、不凍液循環経路14を通過して燃料電池スタック1を加熱するため、低温時でも燃料電池スタック1を予熱することができ、確実な起動を行なうことが可能となる。

【0072】一方、不凍液加熱手段11の燃焼廃ガスを直接燃料電池スタック1内部へ供給することができるため、燃料電池スタック1の主構成要素である固体高分子膜102や、アノード電極103、カソード電極104、セパレータ105等を直接加熱することができ、システム起動までの予熱時間を大幅に短縮することが可能となる。また、不凍液加熱手段11の燃焼廃ガスに含まれる水蒸気によって、固体高分子膜102に適度な水分を供給できるため、余熱後の運転によりよい条件を与えることが可能となる。

【0073】すなわち、燃料電池スタック1の起動時間の一層の短縮化と、固体高分子膜102の信頼性の向上、耐久性の向上を図ることが可能となる。同時に、水蒸気に含まれる潜熱を有効に用いることができるため、システムのコンパクト化、エネルギー効率の向上にもつながる。

【0074】さらに、不凍液加熱手段11の酸化剤ガス供給源および燃料ガス供給源を、燃料電池スタック1の同供給源と共有化しているため、システムの簡素化、低コスト化、コンパクト化を図ることが可能となる。

【0075】（第2の実施の形態：請求項2に対応）図2は、本実施の形態による固体高分子型燃料電池発電システムの系統構成例を示す模式図であり、図1と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0076】図2において、燃料電池スタック1の周囲を囲むように燃焼廃ガス流通経路22が設けられており、不凍液加熱手段11から排出された燃焼廃ガスは、燃焼廃ガス供給経路23と通して燃焼廃ガス流通経路22に導かれる。

【0077】燃焼廃ガス流通経路22内で燃料電池スタック1を加熱した燃焼廃ガスは、燃焼廃ガス排出経路24から外部へと排出される。

【0078】次に、以上のように構成した本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムの作用について説明する。

【0079】図2において、システム起動時、不凍液加熱手段11に供給された酸化剤ガスおよび燃料ガスは燃焼器20内で燃焼し、その高温の燃焼ガスは熱交換器21で不凍液を加熱し、高温となった不凍液は不凍液循環経路14を通して燃料電池スタック1へと導かれ、燃料電池スタック1の内部を加熱する。

【0080】この時、システム起動時に、周囲温度が0℃以下の低温になっていても、冷却媒体として不凍液を用いているために、不凍液循環経路14が凍結する恐れがなく、燃料電池スタック1を確実に予熱することができる。

【0081】また、同時に、熱交換器21から排出された燃焼廃ガスは、燃焼廃ガス供給経路23と通って燃焼廃ガス流通経路22に導かれ、燃焼廃ガス流通経路22内で燃料電池スタック1を外部から加熱した後に、燃焼廃ガス排出経路24からシステム外部へと排出される。

【0082】すなわち、燃料電池スタック1を、不凍液により内部から加湿すると同時に、燃焼廃ガスにより燃料電池スタック1を外部から加熱するため、熱伝導に要する時間が短くなり、短時間で予熱を行なうことができる。

【0083】また、燃焼廃ガスは水蒸気を含んでいるために、凝縮潜熱も有効に用いることができるため、同流量でも、顕熱による熱交換に比べて大量の熱を運ぶことができる。

【0084】なお、本実施の形態は、図2の構成に限定されるものではなく、前述した第1の実施の形態と組み合わせるようにしてもよいことは明らかである。

【0085】上述したように、本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムでは、冷却媒体として不凍液を用いているため、周囲環境温度が0℃以下となっても凍結することがなく、燃焼器20を有する不凍液加熱手段11によって加熱された不凍液が、不凍液循環経路14を通して燃料電池スタック1を加熱するため、低温時

でも燃料電池スタック1を予熱することができ、確実な起動を行なうことが可能となる。

【0086】一方、不凍液により内部から加湿すると同時に、燃焼廃ガスにより燃料電池スタック1を外部から加熱するため、熱伝導に要する時間が短くなり、システム起動までの予熱時間を大幅に短縮することが可能となる。また、燃焼廃ガスは水蒸気を含んでいるために、凝縮潜熱も有効に用いることができるため、同流量でも、顕熱による熱交換に比べて大量の熱を運べることも可能となる。

【0087】すなわち、より一層短時間で燃料電池スタック1の予熱が可能になると共に、通常廃棄されていた凝縮潜熱を有効に利用できるため、効率的な燃料ガスの消費が可能となり、システムの効率を向上させることができる。

【0088】（第3の実施の形態：請求項3に対応）図3は、本実施の形態による固体高分子型燃料電池発電システムの系統構成例を示す模式図であり、図1と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0089】図3において、改質器25は、炭化水素系の第1次燃料を改質させて水素を主成分とする燃料ガスに変換し、前記燃料ガス供給経路6へ供給する。

【0090】改質器用水分供給手段26は、改質器25での燃料の改質に必要な水分を供給するものであり、通常、水タンクとポンプとから構成される。

【0091】不凍液加熱手段11より排出された燃焼廃ガスは、燃焼廃ガス供給経路27を通して改質器25へと供給され、改質器25を予熱する。

【0092】次に、以上のように構成した本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムの作用について説明する。

【0093】図3において、システム起動時、不凍液加熱手段11に供給された酸化剤ガスおよび燃料ガスは燃焼器20内で燃焼し、その高温の燃焼ガスは熱交換器21で不凍液を加熱し、高温となった不凍液は不凍液循環経路14を通して燃料電池スタック1へと導かれ、燃料電池スタック1の内部を加熱する。

【0094】この時、システム起動時に、周囲温度が0℃以下の低温になっていても、冷却媒体として不凍液を用いているために、不凍液循環経路14が凍結する恐れがなく、燃料電池スタック1を確実に予熱することができる。

【0095】また、同時に、熱交換器21から排出された燃焼廃ガスは、まず改質器25を加熱した後に燃料電池スタック1へと供給され、燃料電池スタック1の主構成要素である固体高分子膜102、アノード電極103、カソード電極104、セパレータ105等を直接加熱する。

【0096】この燃焼廃ガスの温度は、改質器25を予

10

20

30

40

50

熱するのに十分な温度とすることは言うまでもないことである。また、この燃焼廃ガスには、燃焼反応に伴う水蒸気が含まれているため、燃料電池スタック 1 の内部では、前述した第 1 の実施の形態と同様に、固体高分子膜 102 を加熱すると同時に、この水蒸気が凝縮することにより、固体高分子膜 102 に適度な水分を与える。さらに、水蒸気が凝縮する時に蒸発潜熱を開放するため、単に気体の顕熱だけで加熱するよりも、同流量でもはるかに多量の熱を伝えることができる。

【0097】なお、この燃焼廃ガスは、酸化剤ガス供給経路 5 へ分配するようにしてもかまわない。

【0098】また、本実施の形態は、図 3 の構成に限定されるものではなく、前述した第 2 の実施の形態と組み合わせるようにしてもよいことは明らかである。

【0099】上述したように、本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムでは、冷却媒体として不凍液を用いているため、周囲環境温度が 0℃以下となっても凍結することがなく、燃焼器 20 を有する不凍液加熱手段 11 によって加熱された不凍液が、不凍液循環経路 14 を通って燃料電池スタック 1 を加熱するため、低温時でも燃料電池スタック 1 を予熱することができ、確実な起動を行なうことが可能となる。

【0100】一方、燃焼廃ガスにより、改質器 25 を予熱した後に、燃料電池スタック 1 の内部を加熱、加湿するため、燃料電池スタック 1 の主構成要素である固体高分子膜 102、アノード電極 103、カソード電極 104、セパレータ 105 等を直接加熱することができ、システム起動までのシステム全体の予熱時間を大幅に短縮することが可能となる。また、燃焼廃ガスに含まれる水蒸気によって、固体高分子膜 102 に適度な水分を供給できるため、余熱後の運転によりよい条件を与えることが可能となる。

【0101】すなわち、燃料電池スタック 1 の起動時間のより一層の短縮と、固体高分子膜 102 の信頼性の向上、耐久性の向上を図ることが可能となる。同時に、水蒸気に含まれる潜熱を有効に用いることができるため、システムのコンパクト化、エネルギー効率の向上にもつながる。

【0102】以上により、より一層短時間で燃料電池スタック 1 の予熱が可能になると共に、通常廃棄されていた凝縮潜熱を有効に利用できるため、効率的な燃料ガスの消費が可能となり、システムの効率を向上させることができる。

【0103】（第 4 の実施の形態：請求項 6 に対応）図 4 は、本実施の形態による固体高分子型燃料電池発電システムにおける不凍液加熱手段の構成例を示す模式図である。

【0104】図 4 において、不凍液加熱手段 30 は、触媒燃焼器 31 と、この触媒燃焼器 31 からの燃焼廃ガスと不凍液との熱交換を行なう熱交換器 32 とから構成さ

れる。

【0105】触媒燃焼器 31 としては、通常、コーゼライト等でできたセラミック製のハニカム担体に、活性成分となる白金やパラジウム等の貴金属類が担持されたものが用いられる。

【0106】熱交換器 32 としては、不凍液流路 36 と放熱フィン 37 とからなるフィンチューブ型の熱交換器が用いられるが、何等これに限定されるものではなく、シェルアンドチューブ型の熱交換器を用いてもかまわない。

【0107】燃料ガス供給経路 33 および酸化剤ガス供給経路 34 は、それぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスである空気を供給するものであり、予混合室 35 で予混合された後に、触媒燃焼器 31 へと供給されて燃焼する。

【0108】触媒燃焼器 31 からの燃焼廃ガスは、熱交換器 32 で不凍液を加熱した後に、燃焼廃ガス排出口 38 より排出される。

【0109】なお、液体燃料の場合には、もちろん燃料蒸発器、あるいは霧化器が必要であることは言うまでもない。

【0110】次に、以上のように構成した本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムにおける不凍液加熱手段 30 の作用について説明する。

【0111】図 4 において、燃料ガスは酸化剤ガスと混合し、触媒燃焼器 31 へ送られて触媒燃焼を行なう。この触媒燃焼は、通常の火炎燃焼に比べて、 $\text{NO}_x$  や  $\text{CO}$  といった有害排出ガスの生成をより一層抑制することができ、クリーンな燃焼を行なうことができる。

【0112】特に、 $\text{CO}$  は燃料電池スタック 1 のアノードあるいはカソード触媒に用いられている白金触媒を被毒させる可能性があるが、この触媒燃焼器 31 を用いると、その恐れがない。

【0113】また、触媒燃焼器 31 は、触媒自体が高温に熱せられるため、触媒からの輻射熱が多く発生し、フィンチューブ型の熱交換器 32 において、燃焼ガスだけの対流による熱伝達に比べて、輻射熱を加えた熱伝達が期待でき、より一層高い熱伝達率を得ることができる。

【0114】上述したように、本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムにおける不凍液加熱手段 30 では、燃焼器に触媒燃焼器 31 を用いているため、燃焼廃ガスをより一層クリーンにすることが可能となり、この燃焼廃ガスを燃料電池スタック 1 の内部に供給しても、 $\text{CO}$  の電池触媒への悪影響を最小限に抑えることができるため、より一層信頼性の高い固体高分子型燃料電池発電システムとすることが可能となる。

【0115】さらに、触媒からの輻射熱を利用するようにしているため、触媒燃焼器 31 の燃焼廃ガスから熱交換器 32 へより高い熱伝達率を得ることができるため、伝熱面積を小さくすることができ、より一層コンパクト

なシステムを実現することが可能となる。

【0116】（第5の実施の形態：請求項7乃至請求項10に対応）図5は、本実施の形態による固体高分子型燃料電池発電システムの系統構成例を示す模式図であり、図1と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0117】すなわち、本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムでは、図5に示すように、前記図1における酸化剤ガス供給手段2、燃料ガス供給手段3、酸化剤ガスバルブ7、燃料ガスバルブ8、不凍液ポンプ12、および不凍液バイパスバルブ16を省略し、これらに代えて、酸化剤ガス供給手段54、燃料ガス供給手段55、不凍液ポンプ56、酸化剤ガスバルブ57、燃料ガスバルブ58、および不凍液バイパスバルブ59を設け、さらに制御ユニット51と、燃料電池スタック温度検出手段52と、燃焼廃ガス温度検出手段53とを付加した構成としている。

【0118】なお、本実施の形態を、前述した改質器25を用いる第3の実施の形態に適用する場合においても、制御系システムの構成はほぼ共通であり、燃焼廃ガスが改質器25の予熱に用いられる以外は構成上も同様であるため、ここではそのシステム系統の図示は省略する。

【0119】燃料電池スタック温度検出手段52は、前記燃料電池スタック1に設けられてその温度を検出する。

【0120】燃焼廃ガス温度検出手段53は、前記不凍液加熱手段11から排出される燃焼廃ガスの温度を検出する。

【0121】制御ユニット51は、燃料電池スタック温度検出手段52により検出された燃料電池スタック1の温度と、燃焼廃ガス温度検出手段53により検出された燃焼廃ガスの温度とを入力とし、これらの温度に基づいてシステムの運転状態を把握し、制御対象となる機器である、酸化剤ガス供給手段54、燃料ガス供給手段55、不凍液ポンプ56、酸化剤ガスバルブ57、燃料ガスバルブ58、不凍液バイパスバルブ59を制御する。

【0122】すなわち、制御ユニット51は、システム起動時に燃料電池スタック温度検出手段52により検出された燃料電池スタック1の温度があらかじめ設定された所定の温度以下の場合に、不凍液加熱手段11を動作させ、また燃料電池スタック温度検出手段52により検出された燃料電池スタック1の温度があらかじめ設定された所定の温度を超えた場合に、不凍液加熱手段11を停止させるように、上記制御対象となる機器を制御する。

【0123】また、制御ユニット51は、燃焼廃ガス温度検出手段53により検出された燃焼廃ガスの温度が燃料電池スタック1の構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段11の燃焼量、または不凍液の循環

量を制御するように、上記制御対象となる機器を制御する。

【0124】さらに、制御ユニット51は、改質器25を用いる第3の実施の形態に適用する場合、燃焼廃ガス温度検出手段53により検出された燃焼廃ガスの温度が改質器の構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段11の燃焼量、または不凍液の循環量を制御するように、上記制御対象となる機器を制御する。

【0125】次に、以上のように構成した本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムの作用について、図6および図7を用いて説明する。

【0126】図6は図5に示したシステムの制御フローチャートを示す図であり、図7は改質器25を有するシステムの場合の制御フローチャートを示す図である。

【0127】図5において、システムが起動された時、燃料電池スタック温度検出手段52によって検出された燃料電池スタック1の温度が、あらかじめ設定された所定の温度T1以下の場合には、燃料電池スタック1を予熱する制御モードへ移行する。

【0128】通常、この所定の温度T1としては、燃料電池スタック1の動作温度に近い値が設定される。すなわち、固体高分子型燃料電池発電システムでは、例えば約70℃から80℃の値が設定される。

【0129】もし、停止直後に起動指令が出された場合には、燃料電池スタック1の温度は十分高く、すなわち所定の温度T1よりも高い場合には、予熱する必要がないため、直ちに発電モードへと移行する。

【0130】また、燃料電池スタック1の温度が所定の温度T1以下の場合には、不凍液バイパスバルブ59を開として、バイパス側に不凍液を流せる状態にすると共に、酸化剤ガスバルブ57および燃料ガスバルブ58を閉として、不凍液加熱手段11へ酸化剤ガスおよび燃料ガスを供給できる状態とする。

【0131】その後、酸化剤ガス供給手段54、燃料ガス供給手段55、さらに不凍液ポンプ56、さらには不凍液加熱手段11の燃焼器20を動作させる。

【0132】次に、不凍液加熱手段11の燃焼量や不凍液の循環量を調整しながら不凍液を加熱し、燃料電池スタック1を予熱するモードとなり、燃料電池スタック1の温度があらかじめ設定された所定の温度T2を超えるまで、予熱モードが継続する。

【0133】通常、この所定の温度T2としては、上記所定の温度T1と同様に、燃料電池スタック1の動作温度に近い値が採用される。すなわち、予熱モードの状態が続いている間は、燃焼廃ガスの温度Tgを常に燃焼廃ガス温度検出手段53で監視する。

【0134】もし、燃焼廃ガスの温度Tgがあらかじめ設定された燃料電池スタック1の構成材料の耐熱温度T3よりも高くなったら、直ちに動作条件を変更して、燃焼廃ガスの温度Tgが耐熱温度T3よりも低い温度とな

るように制御する。

【0135】通常、この耐熱温度は、燃料電池スタック 1 の要素部品の中で固体高分子膜 102 が一番低く、例えば 120℃以下に設定される。

【0136】燃料電池スタック 1 の温度が所定の温度 T2 を超えると、予熱が完了し、不凍液加熱手段 11 の燃焼器 20 を停止した後に、酸化剤ガスバルブ 57、燃料ガスバルブ 58 を発電時のモードへと変更して、発電を開始することになる。

【0137】一方、改質器 25 を予熱するシステムの場合には、この燃焼廃ガスの温度は高く設定され、改質器 25 の構成材料の耐熱温度も高く設定される。

【0138】ただし、燃料電池スタック 1 に関する耐熱温度等は同じであり、制御フローは図 7 に示すように、図 6 とほぼ同様となる。

【0139】上述したように、本実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムでは、燃料電池スタック 1 の温度があらかじめ設定された温度以下の時に、不凍液加熱手段 11 を動作させるようにしているため、燃料ガスを有効に使用することができ、より一層効率のよい予熱を行なうことが可能となる。

【0140】また、燃料電池スタック 1 の温度があらかじめ設定された温度を超えた時に不凍液加熱手段 11 を停止させるようにしているため、燃料ガスを有効に使用することができると共に、燃料電池スタック 1 の過熱を防止することができ、より一層効率的で安全なシステムとすることが可能となる。

【0141】さらに、不凍液加熱手段 11 の燃焼廃ガスの温度が燃料電池スタック 1 の構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段 11 の燃焼量、または不凍液の循環量を制御しているため、燃料電池スタック 1 の加熱を防止して、より一層安全で信頼性の高いシステムとすることが可能となる。

【0142】さらにまた、改質器 25 を予熱するシステムの場合には、不凍液加熱手段 11 の燃焼廃ガスの温度が改質器 25 の構成材料の耐熱温度を超えないように、不凍液加熱手段 11 の燃焼量、または不凍液の循環量を制御しているため、燃料電池スタック 1 の加熱を防止して、より一層安全で信頼性の高いシステムとすることが可能となる。

【0143】以上により、各制御対象機器（酸化剤ガス供給手段 54、燃料ガス供給手段 55、不凍液ポンプ 56、酸化剤ガスバルブ 57、燃料ガスバルブ 58、不凍液バイパスバルブ 59）を適切に制御するようにしているため、過熱等の危険がない安全でかつ信頼性の高いシステムとすることができると共に、燃料ガスを有効に用いることができるため、より一層エネルギー効率の高いシステムとすることができる。

【0144】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の固体高分

子型燃料電池発電システムによれば、燃料電池スタックの冷却媒体として不凍液を用いるようにしているので、周囲環境温度が 0℃以下となっても凍結することがなく、燃焼器を有する不凍液加熱手段によって加熱された不凍液が、不凍液循環経路を通して燃料電池スタックを加熱するため、低温時でも燃料電池スタックを予熱することができ、確実に起動を行なうことが可能となる。

【0145】また、不凍液加熱手段の燃焼廃ガスを有効に用いて燃料電池スタックを加熱したり、また改質器を加熱するようにしているので、燃料電池スタックの起動時間の一層の短縮化を図ると共に、燃焼廃ガスに含まれる水蒸気を用いるようにしているため、固体高分子膜の信頼性の向上、耐久性の向上を図ることが可能となる。

【0146】さらに、水蒸気に含まれる潜熱を有効に用いることができるため、システムのコンパクト化、エネルギー効率の向上を図ることが可能となる。

【0147】以上により、周囲環境温度が 0℃以下の低温になっても、短時間で安全にかつ高効率でしかもコンパクトな構造で起動することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による固体高分子型燃料電池発電システムの第 1 の実施の形態を示す模式図。

【図 2】本発明による固体高分子型燃料電池発電システムの第 2 の実施の形態を示す模式図。

【図 3】本発明による固体高分子型燃料電池発電システムの第 3 の実施の形態を示す模式図。

【図 4】本発明による固体高分子型燃料電池発電システムの第 4 の実施の形態を示す不凍液加熱手段の縦断面図。

【図 5】本発明による固体高分子型燃料電池発電システムの第 5 の実施の形態を示す模式図。

【図 6】同第 5 の実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムの制御フローチャートを示す図。

【図 7】同第 5 の実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムで、改質器を有する場合の制御フローチャートを示す図。

【図 8】従来の固体高分子型燃料電池の基本構成（単電池構成）を示す断面図。

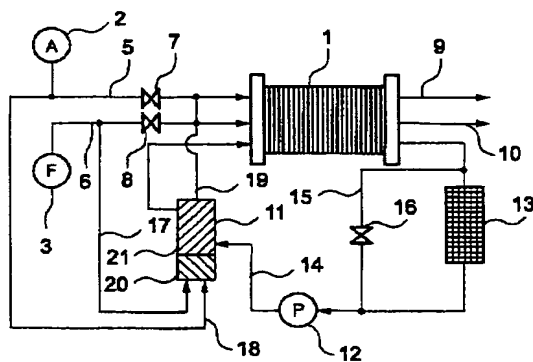
【符号の説明】

- 1…燃料電池スタック、
- 2…酸化剤ガス供給手段、
- 3…燃料ガス供給手段、
- 5…酸化剤ガス供給経路、
- 6…燃料ガス供給経路、
- 7…酸化剤ガスバルブ、
- 8…燃料ガスバルブ、
- 9…酸化剤ガス排出経路、
- 10…燃料ガス排出経路、
- 11…不凍液加熱手段、
- 12…不凍液ポンプ、

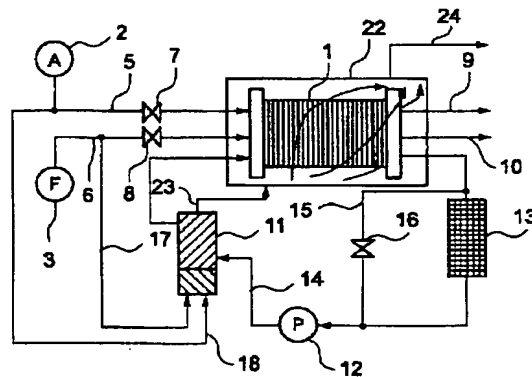
- 13…不凍液ラジエータ、
- 14…不凍液循環経路、
- 15…不凍液バイパスライン、
- 16…不凍液バイパスバルブ、
- 17…不凍液加熱手段 11 への燃料ガス供給経路、
- 18…不凍液加熱手段 11 への酸化剤ガス供給経路、
- 19…燃焼廃ガス供給経路、
- 20…燃焼器、
- 21…熱交換器、
- 22…燃焼廃ガス流通経路、
- 23…燃焼廃ガス供給経路、
- 24…燃焼廃ガス排出経路、
- 25…改質器、
- 26…改質器用水供給手段、
- 27…燃焼廃ガス供給経路、
- 30…不凍液加熱手段、
- 31…触媒燃焼器、
- 32…不凍液熱交換器、
- 33…燃料ガス供給経路、
- 34…酸化剤ガス供給経路、
- 35…予混合室、
- 36…不凍液流路、

- \* 37…放熱フィン、
- 38…燃焼廃ガス排出口、
- 51…制御ユニット燃料電池スタック温度検出手段、
- 52…燃料電池スタック温度検出手段、
- 53…燃焼廃ガス温度検出手段、
- 54…酸化剤ガス供給手段、
- 55…燃料ガス供給手段、
- 56…不凍液ポンプ、
- 57…酸化剤ガスバルブ、
- 58…燃料ガスバルブ、
- 59…不凍液バイパスバルブ、
- 101…単電池、
- 102…固体高分子膜、
- 103…アノード電極、
- 103(a)…アノード触媒層、
- 103(b)…アノード多孔質カーボン平板、
- 103(c)…燃料供給溝、
- 104…カソード電極、
- 104(a)…カソード触媒層、
- 104(b)…カソード多孔質カーボン平板、
- 104(c)…酸化剤供給溝、
- \* 105…ガス供給溝付きセパレータ。

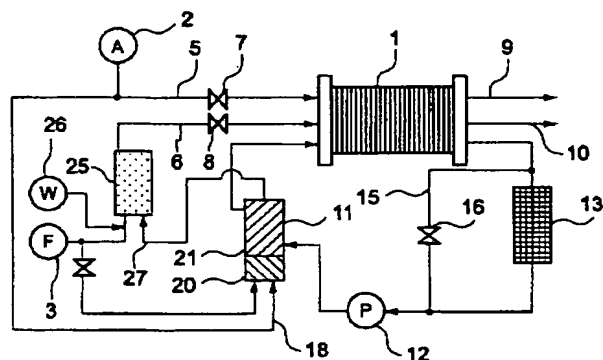
【図 1】



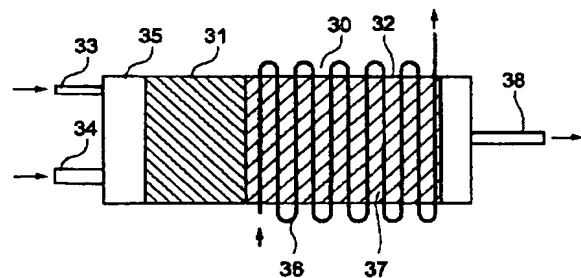
【図 2】



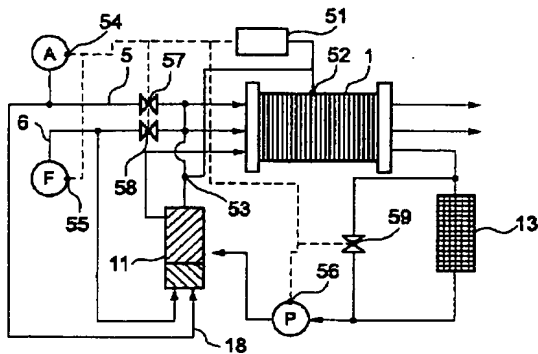
【図 3】



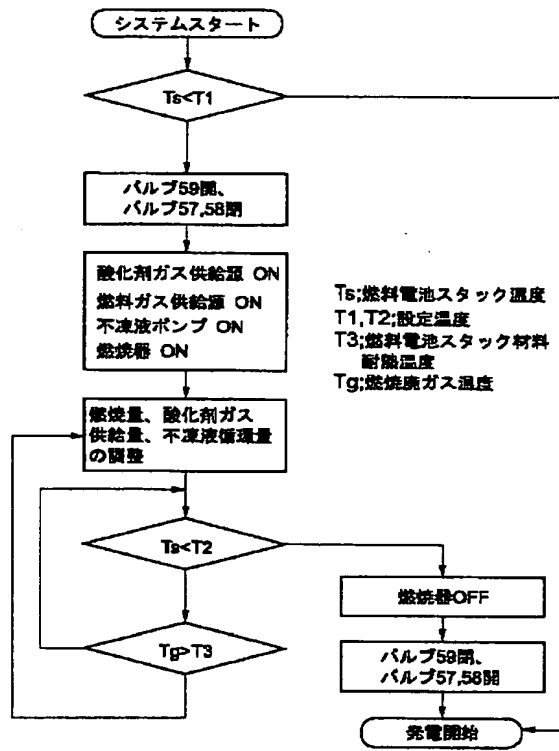
【図 4】



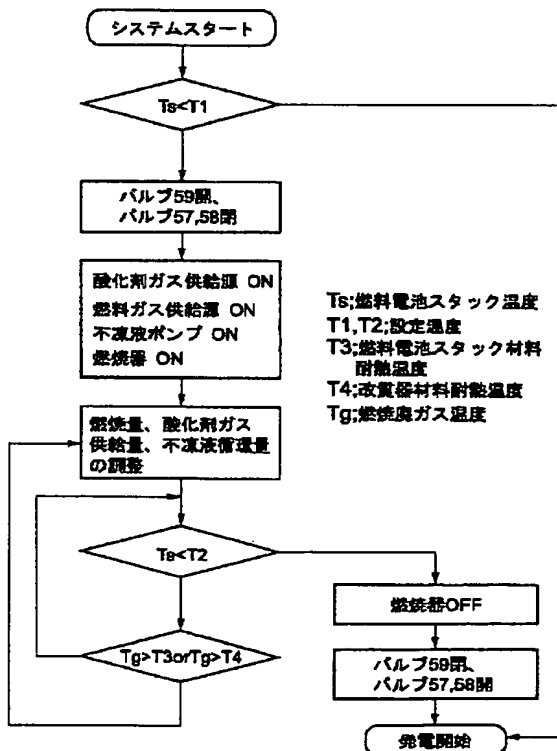
【図5】



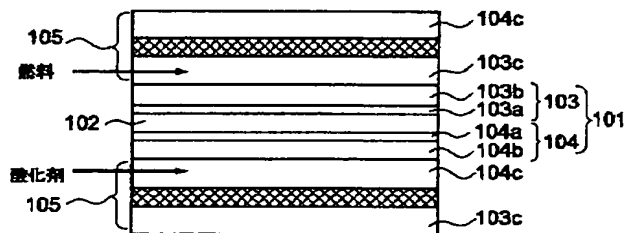
【図6】



【図7】



【図8】



## フロントページの続き

(72)発明者 霜鳥 宗一郎  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 大間 敦史  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 宗内 篤夫  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 堀 美知郎  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

F ターム(参考) 5H026 AA06 CC03 HH08  
5H027 AA06 BA01 BA13 BA14 CC06  
KK41 KK46 MM01 MM16